



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL
CURSO DE AGRONOMIA

**INFLUÊNCIA DAS ADUBAÇÕES ORGÂNICA E MINERAL NA
FAUNA EDÁFICA EM LUVISSOLO CULTIVADO COM
GERGELIM**

ADEILSON DOS SANTOS FREIRE

AREIA – PB
AGOSTO – 2014

ADEILSON DOS SANTOS FREIRE

**INFLUÊNCIA DAS ADUBAÇÕES ORGÂNICA E MINERAL NA
FAUNA EDÁFICA EM LUVISSOLO CULTIVADO COM
GERGELIM**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Federal da
Paraíba, Centro de Ciências Agrárias,
Campus II – Areia – PB, como parte
integrante dos requisitos para obtenção
do título de **Engenheiro Agrônomo**.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Saulo Cabral Gondim.

AREIA - PB

AGOSTO – 2014

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

F866i Freire, Adeilson dos Santos.

Influência das adubações orgânica e mineral na fauna edáfica em luvisso
cultivado com gergelim / Adeilson dos Santos Freire. - Areia: UFPB/CCA, 2014.
45 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.

Bibliografia.

Orientador: Saulo Cabral Gondim.

1. Adubação orgânica – Cultivares de Gergelim 2. Adubação mineral 3. Fauna
edáfica 4. Luvisso I. Gondim, Saulo Cabral (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

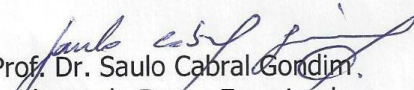
CDU: 631.8:633.85

ADEILSON DOS SANTOS FREIRE

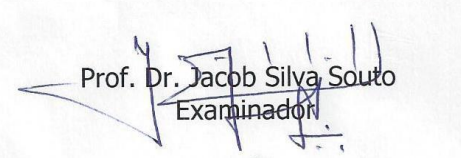
**INFLUÊNCIA DAS ADUBAÇÕES ORGÂNICA E MINERAL NA FAUNA
EDÁFICA EM LUVISSOLO CULTIVADO COM GERGELIM**

Monografia Julgada e Aprovada em: 22 / 08 / 2014

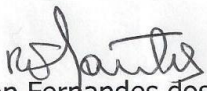
Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Saulo Cabral Gondim,
Presidente da Banca Examinadora



Prof. Dr. Jacob Silva Souto
Examinador



Prof. Dr. Roseilton Fernandes dos Santos
Examinador

AREIA - PB

AGOSTO - 2014

A DEFINIÇÃO DO DIFÍCIL

Qual a definição do difícil? Algo trabalhoso, dispendioso, cansativo? Prefiro uma simples definição: o difícil é a união de pequenas coisas fáceis, portanto em si, não é difícil.

Adeilson dos Santos Freire.

"Há homens que lutam um dia e são bons.
Há outros que lutam um ano e são melhores.
Há os que lutam muitos anos e são muito bons.
Porém, há os que lutam toda a vida.
Esses são os imprescindíveis."

Bertolt Brecht.

DEDICATÓRIA

À Deus,
Que me abençoa com todas as conquistas da minha vida,
Aos meus pais Aderaldo da Silva Freire e Maria Soneide dos Santos Freire,
Guerreiros que sempre começaram a luta de todos os dias ainda de madrugada em prol
do futuro dos filhos,
A minha irmã Adeilma dos Santos Freire,
A minha querida companheira Maria Jucineide de Farias Figueiredo,
A todos os amigos e colegas que fizeram parte da minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus

Senhor onipotente, que me concedeu a benção de viver, lutar e conquistar meus objetivos, de amar e ser amado;

Aos meus pais Aderaldo da Silva Freire e Maria Soneide dos Santos com toda meu afeto e gratidão pelos esforços empenhados em minha educação e constituição como homem de bem;

A minha irmã Adeilma dos Santos Freire e minha namorada Maria Jucineide de Farias Figueiredo pelo apoio e companheirismo;

Aos meus avós maternos Luís Laurentino dos Santos Filho (in memorian) e Maria José Cabral (in memorian) e paternos Manuel Freire e Givonete da Silva Freire e a todos os meus familiares que me apoiaram e me apoiam;

Aos mestres Dr. Saulo Cabral Gondim e Dr. Roseilton Fernandes dos Santos pela valiosa orientação;

A Petrônio Cabral Gondim por ceder a sua área experimental para o desenvolvimento deste trabalho;

A todos os professores do curso de Agronomia que contribuíram direta ou indiretamente para o meu aprendizado e formação acadêmica;

Pela convivência, amizade e confiança aos amigos de quarto e de bloco: Adeilson Mello (Jamaica), Anderson Tenório (Tenorinho), Victor Hugo (Jhonny), Rodolfo César, Ronaldo Gomes, José Gomes (Neto), Christiano Cavalcante, Celson Braga, Antônio Honório e Francisco Simão;

Aos amigos da turma 2010.1, em especial a Daniel da Silva, Ronaldo Monteiro (Terrorista), Jádison Carlos (Índio), Rafael Ramos (Fiufiu), Túlio Farias e Wagner Magno pela amizade, cumplicidade, confiança, companheirismo e momentos compartilhados.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE FIGURAS	X
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Os Luvisolos.....	2
2.2. A cultura do gergelim.....	2
2.3. Adubação orgânica	3
2.3.1. Esterco caprino	4
2.4. Adubação mineral.....	4
2.5. Macrofauna edáfica.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1. Localização experimental	7
3.2. Caracterização climática e tipo de solo	7
3.3. Obtenção do insumo orgânico	8
3.4. Preparo do solo e condução do experimento	8
3.5. Obtenção de sementes	9
3.6. Delineamento experimental	10
3.7. Avaliação da macrofauna edáfica.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1. Abundância e riqueza da macrofauna edáfica	12

4.2. Diversidade e uniformidade da macrofauna edáfica	17
5. CONCLUSÕES	25
REFERÊNCIAS	26

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da análise dos atributos químicos e físicos do solo à profundidade de 0 – 20 cm, da área experimental. Alagoinha - PB, 2013.....	8
Tabela 2. Composição do esterco caprino para uso no experimento. Alagoinha – PB, 2013.....	8
Tabela 3. Quantidade de fontes orgânicas e testemunhas adicionais utilizadas em cada tratamento no experimento. Alagoinha – PB, 2013.....	10
Tabela 4. Número de indivíduos nas cinco amostragens.....	12
Tabela 5. Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na primeira amostragem por tratamento aplicado.....	18
Tabela 6. Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na segunda amostragem por tratamento aplicado.....	19
Tabela 7. Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na terceira amostragem por tratamento aplicado.....	20
Tabela 8. Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na quarta amostragem por tratamento aplicado.....	21
Tabela 9. Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na quinta amostragem por tratamento aplicado.....	22
Tabela 10. Média dos valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica nas cinco amostragens por tratamento aplicado.....	23
Tabela 11. Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos tratamentos aplicados nas cinco amostragens.....	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Armadilha adaptada do tipo PROVID para captação da macrofauna do solo.....	11
Figura 2. Precipitação pluviométrica em Alagoinha – PB, no período estudado do ano de 2013.....	13
Figura 3. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 1ª amostragem.....	14
Figura 4. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 2ª amostragem.....	14
Figura 5. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 3ª amostragem.....	14
Figura 6. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 4ª amostragem.....	15
Figura 7. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 5ª amostragem.....	15
Figura 8. Média da variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado em todas as amostragens.....	15
Figura 9. Riqueza de grupos faunísticos em função do tratamento aplicado em todas as amostragens.....	16

FREIRE, A. dos S. Influência das adubações orgânica e mineral na fauna edáfica em Luvisolo cultivado com gergelim. UFPB, 31 p., 2014, Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a abundância e diversidade da macrofauna do solo sob influência da adubação orgânica com esterco caprino em comparação com a adubação NPK em um Luvisolo com duas cultivares de gergelim. O experimento foi desenvolvido no município de Alagoinha -PB, em condições de campo, na Estação Experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. (EMEPA), distante aproximadamente 2,0 km da cidade. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com os tratamentos: T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4), T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda, T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4), T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda, T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4) e T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda, com estas adubações fundamentadas na análise do solo, totalizando 24 unidades experimentais. Na avaliação do comportamento ecológico da macrofauna do solo, mensurou-se o número total de indivíduos (abundância) e riqueza de grupos faunísticos e foram feitas comparações das comunidades utilizando-se os índices de biodiversidade de Shannon (H) e de equitabilidade de Pielou (e). Os tratamentos com adubação orgânica mostraram-se mais abundantes e ricos, assim como, o grupo faunístico Hymenoptera obteve a maior abundância e as menores diversidade e uniformidade, independentemente dos tratamentos estudados e das amostragens realizadas. Os tratamentos estudados não influenciaram na diversidade e uniformidade da macrofauna edáfica.

Palavras-chave: fauna edáfica, índices biológicos, fertilização orgânica, fertilização mineral.

FREIRE, A. S. **Influence of organic and mineral fertilizers on soil fauna in Luvisol cultivated with sesame.** UFPB, 31 p., 2014, Monograph (Undergraduate Agronomy) - Federal University of Paraiba.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the abundance, diversity and uniformity of soil macrofauna under the influence of organic fertilization with goat manure compared to NPK fertilization on a Luvisol with two sesame cultivars. The experiment was conducted in Alagoinha - PB, under field conditions, at the Experimental Station of the State Enterprise for Agricultural Research of Paraiba SA (EMEPA), approximately 2.0 km away from the city. The design was randomized blocks with treatments: T₁: goat manure as organic source in BRS 196 (CNPA G4), T₂: goat manure as organic source in BRS Seda, T₃: mineral fertilization with NPK in BRS 196 (CNPA G4), T₄: mineral fertilization with NPK in BRS Seda, T₅: No fertilization in BRS 196 (CNPA G4) and T₆: No fertilization in BRS Seda with these fertilizers based on soil analysis, totaling 24 experimental units. In evaluation the ecological behavior of soil macrofauna, measured as the total number of individuals (abundance) and riches of faunal groups and communities comparisons were made using the Shannon biodiversity (H) and Pielou uniformity (e) indexes. The treatments with organic manure were more abundant and rich as well as the faunal group Hymenoptera had the highest abundance and lower diversity and uniformity, regardless of the experimental treatments and samplings. The treatments did not influence the diversity and uniformity of soil macrofauna.

Keywords: soil fauna, biological indices, organic fertilization, mineral fertilization.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Faostat (2013) o gergelim (*Sesamum indicum* L.) é explorado em diversos países, sendo considerada uma das oleaginosas mais antigas da humanidade, sob cultivo. A produção mundial está estimada em 4.092.236 toneladas, em uma área de aproximadamente 6.628.276 milhões de hectares, com rendimento médio de 617,4 kg ha⁻¹. O Brasil produz 5.000 toneladas de grão ano, em uma área de 8.000 ha, cujo rendimento médio é da ordem de 625 kg ha⁻¹.

A macrofauna é constituída por uma complexidade de organismos que diferem no tamanho, metabolismo, atividades e mobilidade (PASINI & BENITO, 2004), com comprimento maior que 2 mm (SWIFT et al., 1979).

Conforme Bayer & Mielniczuk (1999) citados por Montenegro et al. (2010), a macrofauna tem papel fundamental na fragmentação e incorporação dos resíduos ao solo, criando assim, condições favoráveis à ação decompositora dos microrganismos. Entretanto, os benefícios da fauna edáfica são poucos conhecidos em solos brasileiros (ALVES et al., 2006). Conforme Giracca et al. (2010) a população desses organismos pode ser influenciada pelo sistema de cultivo, adubação e calagem. O uso de diferentes coberturas vegetais e de práticas culturais parece atuar diretamente sobre a população da fauna do solo. Este efeito é muitas vezes relacionado à permanência de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo.

A adição de resíduos orgânicos em sistemas de cultivo é um fator que pode influenciar a biota do solo, principalmente pelo fornecimento de alimento para os organismos e modificações na temperatura e cobertura do solo (CORREIA & PINHEIRO, 1999; BARETTA et al., 2003). A macrofauna do solo tem importante papel nos processos do ecossistema no que concerne à ciclagem de nutrientes e estrutura do solo, pois é responsável pela fragmentação dos resíduos orgânicos, mistura das partículas minerais e orgânicas, redistribuição da matéria orgânica, além de produzir “pellets fecais” (HENDRIX et al., 1990; BARETTA et al., 2007).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a abundância, diversidade e uniformidade da macrofauna do solo sob influência da adubação orgânica com esterco caprino em comparação com a adubação NPK em um Luvisolo com duas cultivares de gergelim.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Os Luvisolos

Segundo Embrapa (2006) a classe dos Luvisolos compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta, imediatamente abaixo de horizonte A ou horizonte E.

Ainda segundo Embrapa (2006) estes solos variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos (60 a 120cm), com sequência de horizontes A, Bt e C, e nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt, devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura entre eles. A transição para o horizonte B textural é clara ou abrupta, e grande parte dos solos desta classe possui mudança textural abrupta. Podem ou não apresentar pedregosidade na parte superficial e o caráter solódico ou sódico, na parte subsuperficial. O horizonte Bt é de coloração avermelhada, amarelada e menos frequentemente, brunada ou acinzentada. A estrutura é usualmente em blocos, moderada ou fortemente desenvolvida, ou prismática, composta de blocos angulares e subangulares. São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixos ou nulos, e com valores elevados para a relação molecular Ki no horizonte Bt, normalmente entre 2,4 e 4,0, denotando presença, em quantidade variável, mas expressiva, de argilominerais do tipo 2:1.

2.2. A cultura do gergelim

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), pertence à família Pedaliaceae, apresenta ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas de clima tropical quente e tolerância a déficit hídrico (BELTRÃO et al., 2010; PERIN et al., 2010). Oriundo, possivelmente, da África onde estão os tipos primitivos dessa cultura é, provavelmente, a oleaginosa mais antiga em uso pelo homem, introduzido no Brasil, através do Nordeste, pelos portugueses, via colônias indianas no século XVI (WEISS, 1983), cuja domesticação é tão antiga que não se sabe de certo quando ocorreu, estima-se logo no início da própria agricultura, há cerca de 10.000 anos (MACNEISH, 1964).

No Nordeste brasileiro o cultivo de oleaginosas é praticado, sobretudo, em sistema extensivo, pulverizado, em regime de sequeiro (PINTO et al., 2008). Apesar de ter sido introduzida no Brasil há muito tempo, somente após o declínio da Cotonicultura no Nordeste, teve início a sua exploração comercial durante a década de 1980, como

alternativa para ocupar as áreas, anteriormente utilizadas pelo algodão (QUEIROGA et al., 2007).

A adaptabilidade de algumas culturas as condições adversas do semiárido, a exemplo do gergelim, reside na resistência estomática bastante elevada à falta de umidade no solo, o que faz com que a planta perca menos água, reduzindo a sua transpiração, com diminuição da condutância estomática, nos períodos críticos (TAIZ & ZEIGER, 2006).

2.3. Adubação orgânica

A matéria orgânica, juntamente com os componentes inorgânicos da fase sólida (fração mineral), exerce um papel fundamental na química do solo. Ela é gerada a partir da decomposição dos resíduos de plantas e animais, sendo formada por diversos compostos de carbono em vários graus de decomposição e interação com outras fases do solo (mineral, gasosa e solução). De conteúdo variando de 0,5 a 5,0% no horizonte superficial dos solos minerais, apresenta alta capacidade de interagir com outros componentes, alterando assim propriedades químicas, físicas e biológicas do solo as quais afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2008).

Segundo Pires & Junqueira (2001) a matéria orgânica constitui uma fonte de nutrientes para a planta muito mais complexa e equilibrada do que os adubos minerais, pois a sua composição apresenta dezesseis micronutrientes, além de serem liberados de forma gradual de acordo com as exigências das culturas. Todavia, a agricultura moderna só considera oito microelementos como essenciais para o crescimento das plantas (ABREU et al., 2007).

A adição de matéria orgânica ao solo promove uma série de benefícios, com destaque para o carbono e nitrogênio, elementos químicos essenciais, não encontrados no material de origem (KIEHL, 1985), além de 80% do fósforo total encontrado no solo e de enxofre (RAIJ, 1991; PIRES & JUNQUEIRA, 2001). No entanto, a disponibilidade de N às plantas depende da taxa de mineralização desta, que sofre influência edafoclimáticas, da quantidade de nutrientes imobilizados e disponíveis, das perdas do N por lixiviação e da relação C/N do material incorporado ao solo, quer seja de origem animal ou vegetal (FERREIRA et al., 2003).

2.3.1. Esterco caprino

Em relação ao esterco caprino, considerado como um dos mais ativos e concentrados, apresentam em média 0,97% de N, 0,48 % de P e 0,65 % de K, sendo que uma cabra adulta produz por ano, em média, 600 kg de esterco (ALVES & PINHEIRO, 2012). Alguns estudos examinaram o potencial de utilização do referido esterco e todos ressaltam o seu valor, em comparação ao esterco bovino, recomendando o seu uso na adubação para diversas culturas, dentre elas cana-de-açúcar e hortaliças, sendo também indicado como excelente para as plantas oleaginosas, além do fumo e linho (EBDA, 2012).

Araújo et al. (2010) ao avaliarem o emprego do esterco caprino na produção de substrato para mamoeiro, em comparação ao esterco bovino, afirmaram que o esterco caprino influenciou positivamente altura das mudas, diâmetro do caule, número de folhas, matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz; passando a ser mais uma alternativa para produção de mudas de mamoeiro. Nesse sentido, alguns autores são unânimes em afirmarem a relevância do esterco caprino, em relação a outras fontes orgânicas, na composição de substratos para produção de mudas de frutíferas, como alternativa aos substratos comerciais, ou pelo menos, compor com estes (ALMEIDA et al., 2011; ALMEIDA et al., 2011; BARROS et al., 2011).

2.4. Adubação mineral

A planta para maximizar o potencial de produtividade, principalmente, em solos com restrição de fertilidade, faz-se necessário a complementação com nutrientes, por meio da aplicação de fertilizantes (SCIVITTARO & PILLON, 2006).

O adubo mineral tem resposta rápida às plantas e exerce importante papel no crescimento e desenvolvimento das culturas (MAIA et al., 2008). O nitrogênio é o nutriente mais limitante para muitas culturas no mundo, e seu uso eficiente é de extrema importância econômica para os sistemas de produção, encontrado em muitos compostos orgânicos, incluindo todos os aminoácidos e ácidos nucléicos (EPSTEIN & BLOOM, 2006; RODRIGUES et al., 2010; LIMA et al., 2011).

O manejo da adubação nitrogenada deve fornecer, ao mesmo tempo, uma adequada disponibilidade de nitrogênio no solo e imediata absorção pela cultura, evitando, deste modo perda de nitrato (NO_3^-) por lixiviação. O nitrogênio é absorvido

pelos vegetais, preferencialmente, como nitrato (NO_3^-) ou amônio (NH_4^+) (WILLIAMS & MILLER, 2001). As concentrações destes íons podem variar grandemente em função de inúmeros fatores inerentes as características físicas, químicas e biológicas do solo.

O fósforo, torna-se indispensável na vida vegetal pela sua participação na divisão celular, reprodução sexuada, fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas (MARSCHNER, 1995; FILGUEIRA, 2000). A adição de N e P como fertilizante aumenta o desenvolvimento radicular, o que melhora a disponibilidade de outros nutrientes e de água para as áreas de crescimento das plantas, resultando numa maior área fotossintética e assim, acumulação de mais matéria seca (ALI et al., 2010).

O fósforo é absorvido predominantemente na forma iônica de H_2PO_4^- , sua acumulação nas células corticais da raiz é seguida pela transferência dentro desta até o xilema através do simplasto, chegando às folhas ou as regiões de crescimento, sendo juntamente com o nitrogênio, o elemento mais prontamente redistribuído (MALAVOLTA et al., 1997). Portanto, ao se analisar os tecidos vegetais verificam-se quantidades inferiores de fósforo em relação ao nitrogênio e potássio, e em geral, semelhantes aos teores de macronutrientes secundários (BISSANI et al., 2008). No entanto, as recomendações referentes ao fósforo, em geral, são iguais ou superiores do que as de nitrogênio e potássio. Nesse sentido, Moura et al. (2001), afirmam que isto se dá devido a acidez da maioria dos solos brasileiros, de baixa fertilidade e com elevada capacidade de retenção do fósforo.

O potássio cuja forma absorvível pelas plantas é o K^+ , segundo (PERDIGÃO et al., 2010) estimula nas plantas o desenvolvimento da raiz, o alongamento dos colmos, ativa cerca de 60 enzimas, controla a turgidez das plantas, o transporte de açúcar e amido, auxilia na formação de proteína, atua no controle estomático, oferece à planta maior resistência às doenças, propicia melhor qualidade aos produtos vegetais e está envolvido em muitas outras funções. Arriel et al. (2006) afirmam ainda, ser o potássio o nutriente mais consumido pela planta em relação ao nitrogênio.

O potássio (K), embora seja o mais abundante mineral catiônico constituinte das plantas, não é um constituinte integral de qualquer metabólito que pode ser isolado de material vegetal (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

2.5. Macrofauna edáfica

A diversidade da fauna edáfica tem sido considerada um aspecto chave para a manutenção da estrutura e fertilidade dos solos tropicais (LAVELLE et al., 1994; BROWN et al., 2003), apresentando resposta aparentemente mais rápida do que outros atributos do solo, servindo, portanto, como indicadores biológicos sensíveis às alterações ecológicas nos agroecossistemas (BARETTA et al., 2003).

Correia & Oliveira (2005) afirmam que os invertebrados do solo exercem um papel fundamental na decomposição de material vegetal do solo, na ciclagem de nutrientes e na regulação indireta dos processos biológicos do solo, estabelecendo interações em diferentes níveis com os microrganismos, que são de fundamental importância para a manutenção da fertilidade e produtividade do ecossistema.

Os principais fatores que controlam os processos de transformação da matéria orgânica do solo (MOS) são a quantidade e a qualidade do material, o ambiente físico e químico e os organismos decompositores. Entre os organismos, bactérias e fungos apresentam altos valores de biomassa e metabolismo respiratório e tem grande participação no processo de decomposição da matéria orgânica do solo (TOLEDO, 2003; LEJON et al., 2005).

Segundo Lavelle et al. (2006) a macrofauna do solo engloba grandes organismos edáficos, ou seja, organismos maiores que 2 mm, com capacidade de influenciar diretamente no funcionamento do solo. A este grupo pertencem os cupins (Isoptera), tatuzinhos (Isopoda), aranhas (Arachnida), centopeias (Chilopoda), Piolhos de cobra (Diplopoda), minhocas (Oligochaeta), moluscos (Mollusca), e algumas formigas (Hymenoptera), entre outros grupos menos frequentes (GONDIM, 2010).

Lavelle et al. (1994) classifica os organismos do solo pelo tamanho, e os pertencentes à mesofauna possuem entre 2,0 a 4,0 mm, como por exemplo, os ácaros, colêmbolos, proturos, dipluros, tisanuras e pequenos insetos e macrofauna > 4,0 mm.

Existem grupos da macrofauna do solo, como os anelídeos (minhocas), cujos benefícios são cada vez mais conhecidos pelo papel ativo que desempenham no crescimento das plantas, na ciclagem de nutrientes, na produtividade agrícola (ORTIZ-CEBALLOS et al., 2007) e na melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas

do solo (LAVELLE et al., 2006). Nos ecossistemas, as minhocas têm sido tratadas como excelentes bioindicadoras de distúrbios ambientais (PAOLETTI, 1999).

Um bioindicador pode ser definido como uma espécie, família ou um grupo funcional que reage de modo específico a certos tipos de mudanças ambientais. De maneira geral, o termo bioindicador vem sendo usado em várias situações, tais como: indicação de alteração de habitats, contaminação, reabilitação, sucessão da vegetação, mudanças climáticas, degradação dos solos e ecossistemas florestais. Dentre os organismos edáficos mais estudados como bioindicadores estão alguns representantes dos Himenóptera (formigas e abelhas), Isoptera (cupins), Coleoptera (besouros), Arachnida (aranhas), Collembola (colêmbolos), Oligochaeta (minhocas), entre outros integrantes da meso e macrofauna do solo (WINK et al., 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização experimental

O experimento foi desenvolvido em 2013, no município de Alagoinha-PB, em condições de campo, na Estação Experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. (EMEPA), distante aproximadamente 2,0 km da cidade. O município de Alagoinha, em particular o experimento, está localizado na mesorregião do Agreste Paraibano, microrregião de Guarabira, com posição delimitada pelas coordenadas geográficas 06° 58' 08'' S e 35° 33' 09,8'' W, com altitude média de 164,5 m, sendo a PB 075, sentido Guarabira – Alagoa Grande, a principal via de acesso ao experimento.

3.2. Caracterização climática e tipo de solo

O clima da região segundo a classificação de Koppen é do tipo As', que se caracteriza por ser quente e úmido, com temperaturas médias do ar em torno de 25 °C (CLIMATEMPO, 2013). O município de Alagoinha – PB, apresentou precipitação pluviométrica média anual, nos últimos dez anos, na ordem de 1.170 mm com chuvas concentrando-se nas estações de outono-inverno (AES A, 2013).

O solo onde foi executado o experimento foi descrito e coletado por Santos (1998) e classificado segundo Embrapa (1997) como PODZÓLICO VERMELHO AMARELO Ta Eutrófico, atualmente reclassificado segundo Embrapa (2013) como LUVISSOLO CRÔMICO Pálico Abrúptico, de textura franco arenosa, com os atributos

químicos determinados no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do CNPA/EMBRAPA, Campina Grande, PB e atributos físicos determinados no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do CCA/UFPB, Areia, PB, em amostra composta obtida na camada de 0 – 20 cm, ambos descritos na tabela 1.

Tabela 1 - Resultados da análise dos atributos químicos e físicos do solo à profundidade de 0 – 20 cm, da área experimental. Alagoinha - PB, 2013.

Atributos químicos		Atributos físicos	
pH H ₂ O (1: 2,5)	5,80	Areia grossa (g kg ⁻¹)	128
P (mg dm ⁻³)	8,70	Areia fina (g kg ⁻¹)	417
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,28	Silte (g kg ⁻¹)	286
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,08	Argila (g kg ⁻¹)	169
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,05	Argila dispersa (g kg ⁻¹)	64
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	ND	Grau de flocculação (g kg ⁻¹)	621
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	3,70	Densidade do solo (g cm ⁻³)	1,62
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	1,35	Densidade de partícula (g cm ⁻³)	2,64
SB (cmol _c dm ⁻³)	5,41	Porosidade total (m ³ m ⁻³)	0,39
CTC (cmol _c dm ⁻³)	8,46		
V (%)	63,90		
m (%)	0,0		
PST (%)	0,94		
M.O. (g kg ⁻¹)	17,00	Classificação textural: Franco Arenoso	

ND= não determinado; SB= soma de bases trocáveis (Na⁺, K⁺, Ca⁺², Mg⁺²); CTC= Capacidade de troca catiônica= SB + (H⁺ + Al³⁺); V= Valor de saturação por bases {(SB/CTC ou T) x 100}; m=saturação por alumínio= (100 x Al³⁺/CTC ou t); PST= Percentagem de sódio trocável= (100 x Na⁺/CTC ou T); MO= Matéria orgânica.

3.3. Obtenção do insumo orgânico

O esterco caprino foi obtido no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba. A análise do referido material foi realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas CNPA/EMBRAPA, em 2013. A composição da fonte orgânica utilizada se encontra na tabela 2.

Tabela 2 - Composição do esterco caprino para uso no experimento, Alagoinha – PB, 2013.

Identificação	FU%.....									Relação		
		U	Cz	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	C/N	C/P	C/S
Esterco Caprino	1,08	7,08	45,35	47,57	1,91	0,56	1,70	1,92	0,87	0,41	14:1	50:1	67:1

%U= Percentagem de umidade; FU= Fator de umidade; %Cz= Percentagem de cinzas; %M.O.= Percentagem de matéria orgânica. C/N= relação carbono nitrogênio; C/P= relação carbono e fósforo e C/S= relação carbono e enxofre.

3.4. Preparo do solo e condução do experimento

O preparo do solo foi realizado através de um roço com posterior gradagem, em seguida foi demarcado para formação dos blocos com suas respectivas parcelas, para tanto, utilizou-se piquetes e barbantes na determinação dos mesmos.

A semeadura atendeu as exigências contidas na Portaria 246/2012, referente ao Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura de gergelim no Estado da Paraíba, ano-safra 2012/2013 (MAPA, 2012). Após demarcação da área, foi realizada abertura de sulcos na profundidade de 10,0 cm, para aplicação dos fertilizantes de acordo com sorteio prévio das parcelas, e em seguida recobertos com uma fina camada de terra, para posterior distribuição das sementes na profundidade máxima de 2,0 cm, com plantadeira manual.

A adubação nitrogenada, em função do baixo teor de matéria orgânica, de acordo com a caracterização dos atributos químicos do solo (tabela 1), foi fixado em 80 kg ha⁻¹ de N (sulfato de amônio), parcelado em duas vezes, sendo 1/3 no plantio e o restante na antese (35 a 45 dias da emergência das plântulas), colocado ao lado e coberto com solo; em relação ao fósforo devido ao seu baixo teor (8,7 mg dm⁻³), como demonstrado na tabela 1 e a baixa mobilidade deste no solo, foi aplicado 80 kg ha⁻¹ por ocasião da semeadura, conforme Cavalcanti et al. (2008). Ainda segundo os mesmos autores, em relação ao potássio, apesar do elevado teor deste elemento apresentado na análise química do solo, demonstrada na tabela 1 (0,28 cmol_c dm⁻³) foi necessário aplicar 20 kg ha⁻¹ deste nutriente, em cobertura, colocado ao lado e coberto com solo, no mesmo momento da adubação nitrogenada. A partir do valor estabelecido para a adubação nitrogenada (80 kg ha⁻¹), foi calculada a sua equivalência em relação a fonte orgânica estudada, levando em consideração o percentual de N contido no material objeto de estudo (tabela 2), de forma a se fornecer a mesma quantidade de N (96,48 kg de esterco caprino) para atender a necessidade da equivalência do experimento.

Durante a condução do experimento foram executadas capinas manuais com o auxílio de enxadas, para manter a cultura livre da concorrência com plantas daninhas e aplicado herbicida indicado para folhas largas e/ou estreitas.

3.5. Obtenção de sementes

As sementes dos cultivares BRS196 e BRS Seda, utilizadas no experimento, foram disponibilizadas pelo CNPA/EMBRAPA, adaptados as condições edafoclimáticas da região, com alto potencial produtivo, superior a 1.500 kg ha⁻¹,

quando cultivados em regime de sequeiro e de mais de 2.500 kg ha⁻¹ em condições ideais de solo, água e manejo da cultura.

3.6. Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com arranjo fatorial (2 x 1) + 4, com quatro repetições, relativo a dois cultivares de gergelim (BRS 196 (CNPA G4) e BRS Seda), uma fonte orgânica animal (esterco caprino) e quatro tratamentos adicionais (testemunha absoluta), sendo um tratamento sem e com adubação NPK, com estas, fundamentadas na análise do solo, totalizando 24 unidades experimentais. Cada parcela teve 28,8 m² (8,0 m x 3,6 m), área útil de 9,6 m² (8,0 m x 1,2 m), cujo espaçamento foi de 0,6 m entre linhas e 0,1 m entre plantas, totalizando 480 plantas por parcela.

A distribuição da fonte orgânica e das testemunhas adicionais (com NPK e sem adubo), correspondente aos tratamentos na área experimental foi de acordo com sorteio prévio e suas quantidades aplicadas por parcelas, conforme demonstrado na tabela 3.

Tabela 3 - Quantidade de fontes orgânicas e testemunhas adicionais utilizadas em cada tratamento no experimento, Alagoinha – PB, 2013.

Tratamentos	Fonte (kg / tratamento)	Testemunhas adicionais				
		NPK (kg/tratamento)			Sem adubo	
		N (SA)	P (SPT)	K (KCl)		
FOC1	48,24	-----	-----	-----	-----	-----
FOC2	48,24	-----	-----	-----	-----	-----
NPKC1	-----	4,61	4,61	0,384	-----	-----
NPKC2	-----	4,61	4,61	0,384	-----	-----
Sem aduboC1	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Sem aduboC2	-----	-----	-----	-----	-----	-----

SA= Sulfato de amônia; SPT= Super fosfato triplo; KCl= Cloreto de potássio. As fontes orgânicas e as cultivares, para efeito dos tratamentos receberam as seguintes denominações: F₀= fonte orgânica com esterco caprino; C₁= cultivar BRS 196 (CNPA G4) e C₂= cultivar BRS Seda.

3.7. Avaliação da macrofauna edáfica

Para avaliação da macrofauna do solo foram instaladas armadilhas adaptadas do tipo PROVID (ANTONIOLLI et al., 2006), constituídas por garrafa PET com capacidade de dois litros, contendo quatro aberturas na forma de janelas com dimensões de 2 cm x 2 cm, localizadas a 20 cm da base da garrafa, sendo esta enterrada com as aberturas ao nível do solo, de modo a permitir a entrada dos indivíduos da macrofauna (figura 1).



Figura 1. Armadilha adaptada do tipo PROVID para captação da macrofauna do solo (SOUTO et al., 2002)

A amostragem da macrofauna edáfica foi realizada durante o período de desenvolvimento dos cultivares de gergelim sob a influência das referidas adubações orgânica e mineral. A primeira implantação das armadilhas foi realizada 15 dias após a emergência das plântulas (DAS), sendo utilizadas 3 garrafas PET distribuídas na entrelinha central de cada parcela da seguinte forma: a primeira a 1,5 metros do início, a segunda localizada no centro, e a terceira a 1,5 metro do final da entrelinha totalizando 72 armadilhas em toda área experimental.

As armadilhas foram instaladas, por um período de quatro dias, contendo em seu interior 130 ml de uma solução detergente neutro na concentração de 15% e 3 gotas de formol.

Após a coleta, indivíduos capturados nas armadilhas foram lavados e mantidos em álcool a 70%, até a contagem e identificação dos organismos ao nível de ordem. Os procedimentos de implantação das armadilhas e coleta da macrofauna do solo foram realizados cinco vezes, num intervalo de 20 dias da coleta anterior.

Na avaliação do comportamento ecológico da macrofauna do solo, mensurou-se o número total de indivíduos (abundância) e riqueza de grupos faunísticos e foram feitas comparações das comunidades utilizando-se os índices de biodiversidade de Shannon (H) e de equitabilidade de Pielou (e) (ODUM, 1993).

O índice de diversidade de Shannon (H) é definido por:

$$H = -\sum p_i \cdot \log p_i$$

Em que:

$$p_i = n_i/N;$$

n_i = nº de indivíduos de cada grupo;

N = nº total de indivíduos.

Esse índice assume valores que podem variar de 0 a 5, sendo que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros (BEGON et al., 1996).

O índice de uniformidade de Pielou (e) é um índice de equitabilidade, sendo definido por:

$$e = H/S$$

Em que:

H = índice de Shannon;

S = número de espécies ou grupos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Abundância e riqueza da macrofauna edáfica

Na tabela 4 observa-se a distribuição dos indivíduos coletados por amostragem realizada.

Tabela 4 – Distribuição dos indivíduos nas cinco amostragens.

Amostragens					
1 ^a Amostragem (05/06/2013)	2 ^a Amostragem (29/06/2013)	3 ^a Amostragem (23/07/2013)	4 ^a Amostragem (16/08/2013)	5 ^a Amostragem (09/09/2013)	Média das Amostragens
Nº de indivíduos					
4.124	1.547	1.381	1.485	2.152	2.138

Durante o período estudado foram coletados um total de 10.689 indivíduos pertencentes a macrofauna edáfica, apresentando a respectiva distribuição entre as cinco amostragens realizadas: primeira: 4.124, segunda: 1.547, terceira: 1.381, quarta: 1.485 e quinta amostragem: 2.152 indivíduos, conforme pode ser observado na tabela 4. Essa maior abundância de indivíduos ocorrida na primeira amostragem pode justificar-se pela precipitação ocorrida nos meses de abril e maio como pode-se observar na figura 2, onde até antes da chegada dos mesmos, a quantidade de chuva foi muito reduzida, proporcionando com a chegada do período chuvoso as condições ideais de temperatura e umidade para a reprodução dos organismos edáficos e consequente aumento da sua população. Gondim (2010) constatou que, independentemente das doses aplicadas de biofertilizante bovino e irrigação com água não salina, houve uma abundância de

indivíduos maior na época chuvosa em relação a época seca.

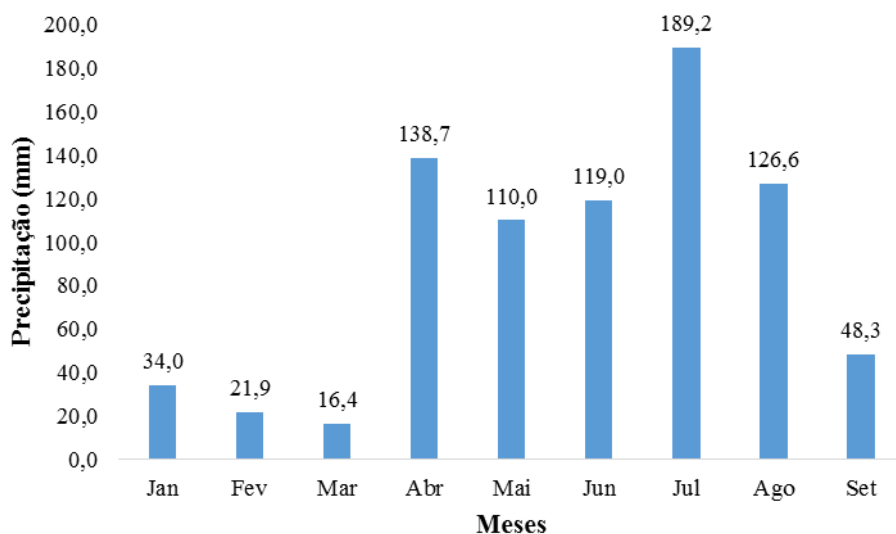


Figura 2. Precipitação pluviométrica em Alagoinha – PB, no período estudado do ano de 2013 (AESA, 2013).

A partir da segunda até a penúltima amostragem ocorreu um equilíbrio entre o número de indivíduos coletados, o que pode ser considerado normal após a explosão populacional que se deu anteriormente devido aos fatores já expostos. Na quinta e última amostragem esse equilíbrio foi quebrado com um considerável aumento do número de indivíduos coletados, apesar da precipitação ter apresentado constante diminuição (figura 2). Araújo (2010) verificou que com o término da época chuvosa, logo após a queda de folhas do estrato arbóreo-arbustivo, os grupos taxonômicos da macrofauna do solo tendem a aumentar devido uma maior distribuição de alimentos.

Nas figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 observa-se a variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado em cada amostragem. Já na figura 9 observa-se a riqueza de grupos faunísticos em função do tratamento aplicado em cada amostragem.

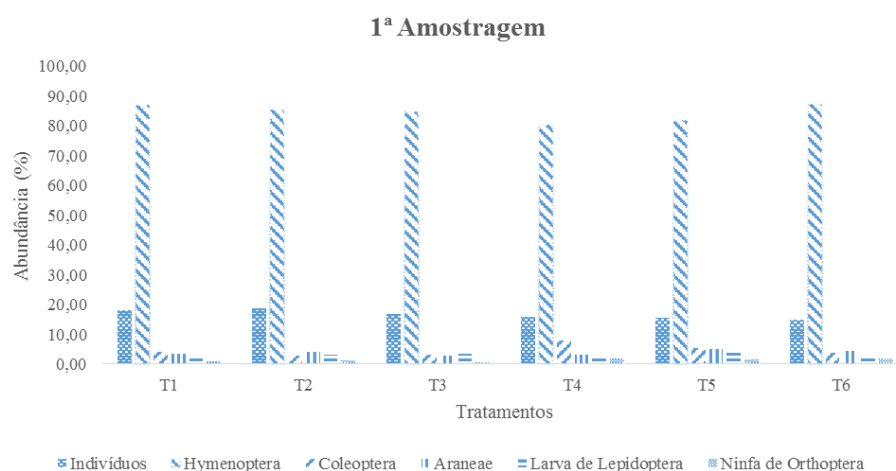


Figura 3. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 1ª amostragem.

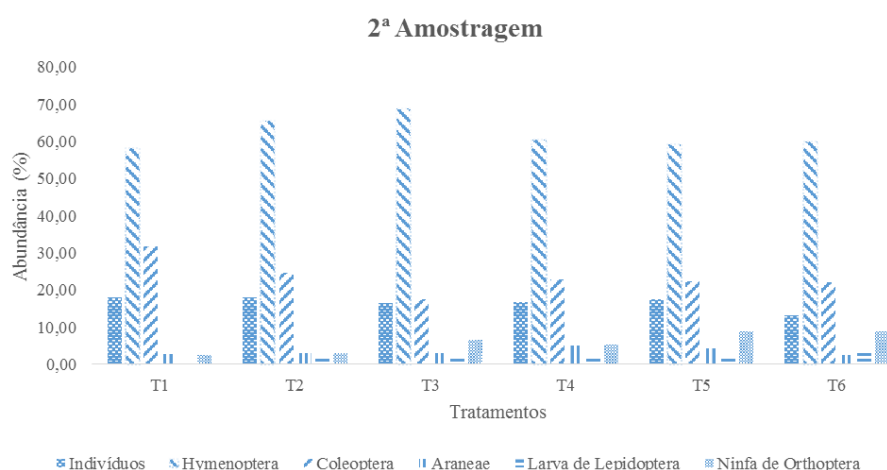


Figura 4. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 2ª amostragem.

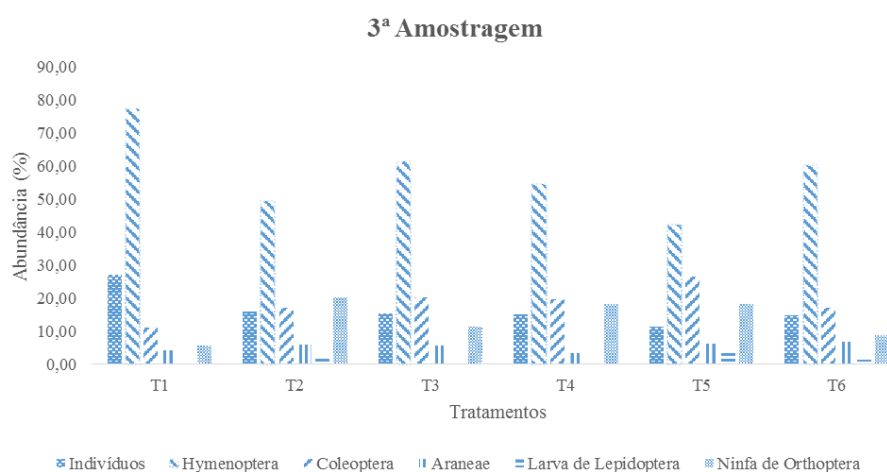


Figura 5. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 3ª amostragem.

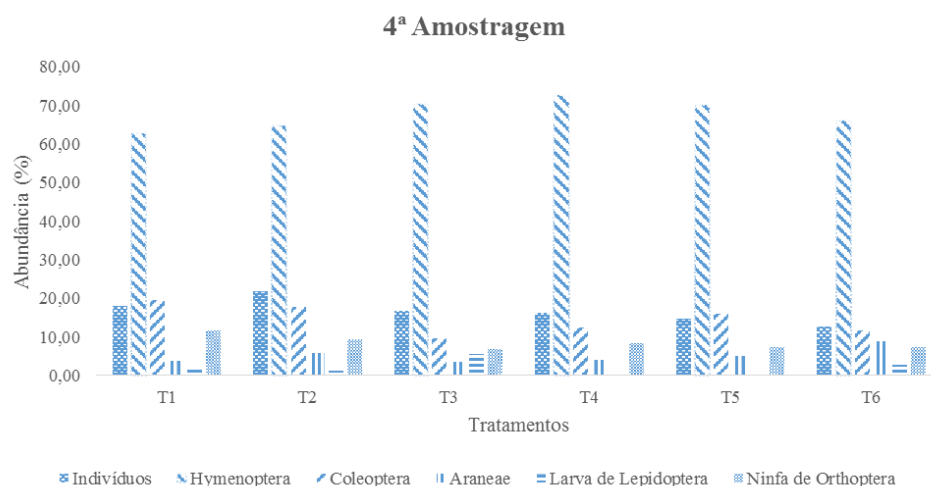


Figura 6. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 4ª amostragem.

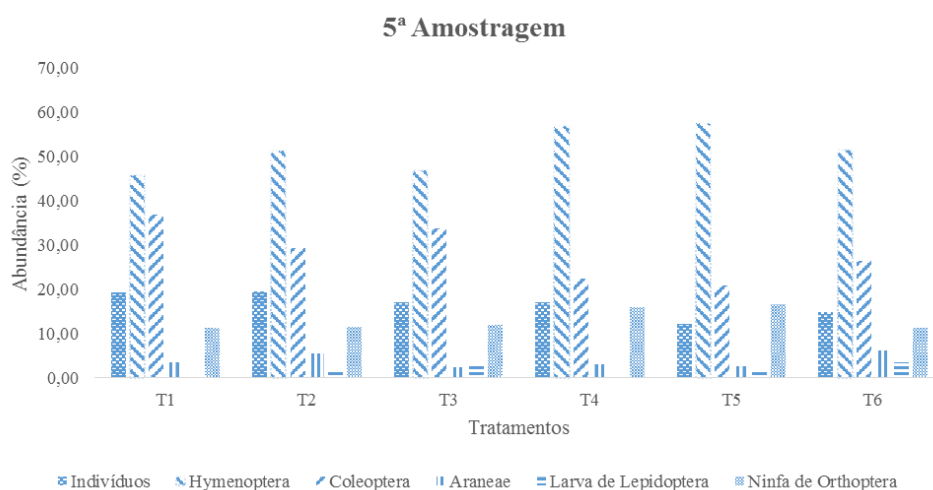


Figura 7. Variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado na 5ª amostragem.

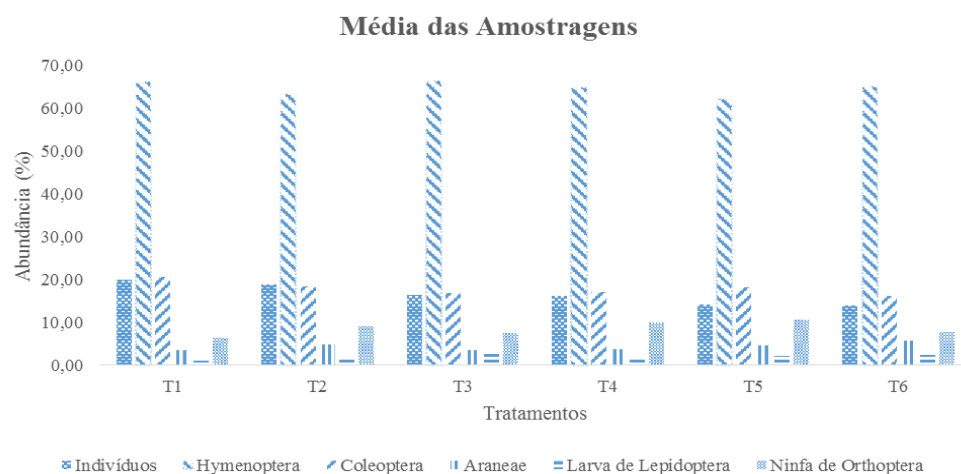


Figura 8. Média da variação da abundância de indivíduos dos principais grupos faunísticos em função do tratamento aplicado em todas as amostragens.

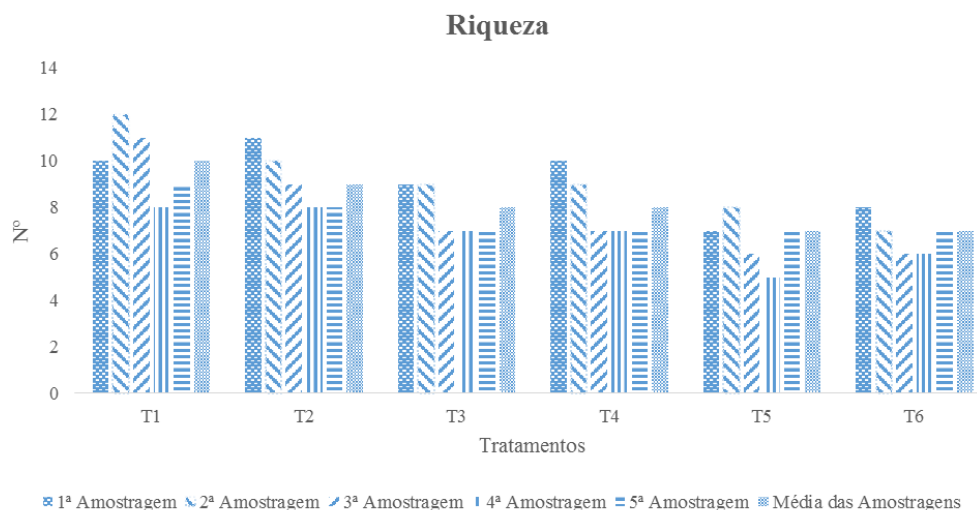


Figura 9. Riqueza de grupos faunísticos em função do tratamento aplicado em todas as amostragens.

Com relação a distribuição dos indivíduos por tratamento aplicado, percebe-se nas figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 que predominou um equilíbrio nesta distribuição com variações percentuais pequenas em sua grande maioria e apesar destas serem pouco significativas, que os tratamentos onde houve a adubação orgânica com esterco caprino (T₁ e T₂) tiveram uma abundância e riqueza de grupos faunísticos (figura 9) superiores àqueles que receberam a adubação mineral (T₃ e T₄) e que não receberam qualquer tipo de adubação (T₅ e T₆) em todas as amostragens realizadas. Possivelmente a adubação orgânica com esterco caprino tenha se tornado uma fonte alimentar adicional para os organismos da macrofauna edáfica nos tratamentos contemplados com esta adubação, fazendo com que a população destes organismos aumentasse.

Em se tratando da distribuição dos grupos faunísticos por tratamento aplicado e por amostragem realizada observa-se nas figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 que independentemente destes, ocorreu a predominância do grupo Hymenoptera, que foi sucedido em abundância pelo grupo Coleoptera. A maior abundância desse grupo se deu na primeira amostragem onde seus percentuais passaram de 80%, acompanhando a grande população coletada na mesma e diminuindo consideravelmente (entorno de 20 %) com o crescimento das populações dos demais grupos com destaque para Coleoptera. Essa maior frequência dos grupos Hymenoptera e Coleoptera pode ser explicada pelo fato dos integrantes desses grupos possuírem uma maior mobilidade favorecida pela sua anatofisiologia.

A superioridade no número ou densidade de indivíduos do grupo Hymenoptera também foi verificada por Correia et al. (2009) ao quantificarem a macrofauna edáfica

em três ambientes do agreste paraibano, por Fernandes et al. (2009) avaliando os impactos do uso das queimadas nos solos do semiárido da Paraíba e por Gondim (2010) avaliando o efeito da aplicação de biofertilizante bovino na macrofauna edáfica.

Os demais grupos faunísticos encontrados (Pulmonata, Blattaria, Scolopendromopha, Spirostreptida, Scorpiones, Pulpa de Coleoptera, Larva de Coleoptera, Orthoptera, Isoptera, Ixodida, Hemiptera e Mantodea) apresentaram um número de indivíduos muito reduzido durante as amostragens realizadas. Souto (2006) relata que os grupos faunísticos que aparecem em menor número, provavelmente estão restritos a ambientes mais favoráveis, mas, apesar disso, são de grande importância no processo de decomposição da matéria orgânica.

4.2. Diversidade e uniformidade da macrofauna edáfica

Nas tabelas 5, 6, 7, 8, 9 e 10 observa-se os valores dos índices de diversidade de Shannon e uniformidade de Pielou dos principais grupos faunísticos por tratamento aplicado em cada amostragem realizada. Já na tabela 11 observa-se os valores dos índices de diversidade de Shannon e uniformidade de Pielou de cada tratamento aplicado por amostragem realizada.

Tabela 5 – Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na primeira amostragem por tratamento aplicado.

Tratamentos	Grupos Faunísticos											
	Hymenoptera		Coleoptera		Araneae		Larva de Lepidoptera		Ninfa de Orthoptera		Outros ⁽¹⁾	
	1ª Amostragem (05/06/2013)											
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	0,06	0,01	1,38	0,15	1,44	0,16	1,67	0,19	2,03	0,23	2,60	0,29
T ₂ ⁽³⁾	0,07	0,01	1,52	0,15	1,54	0,15	1,46	0,15	2,14	0,21	2,37	0,24
T ₃ ⁽⁴⁾	0,09	0,01	1,28	0,18	1,30	0,19	1,43	0,20	1,81	0,26	1,97	0,28
T ₄ ⁽⁵⁾	0,09	0,01	1,09	0,11	1,50	0,15	1,59	0,16	1,70	0,17	2,36	0,24
T ₅ ⁽⁶⁾	0,07	0,01	1,53	0,14	1,38	0,13	1,51	0,14	1,89	0,17	2,55	0,23
T ₆ ⁽⁷⁾	0,06	0,01	1,42	0,18	1,37	0,17	1,74	0,22	1,71	0,21	2,68	0,34

⁽¹⁾ Outros: média dos grupos faunísticos com menor abundância. ⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Tabela 6 – Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na segunda amostragem por tratamento aplicado.

Tratamentos	Grupos Faunísticos											
	Hymenoptera		Coleoptera		Araneae		Larva de Lepidoptera		Ninfa de Orthoptera		Outros ⁽¹⁾	
	2ª Amostragem (29/06/2013)											
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	0,23	0,03	0,50	0,06	1,54	0,17	2,15	0,24	1,60	0,18	2,07	0,23
T ₂ ⁽³⁾	0,18	0,02	0,61	0,07	1,54	0,17	1,74	0,19	1,54	0,17	2,29	0,25
T ₃ ⁽⁴⁾	0,16	0,02	0,76	0,09	1,51	0,19	1,81	0,23	1,18	0,15	2,15	0,27
T ₄ ⁽⁵⁾	0,22	0,02	0,64	0,05	1,30	0,11	1,71	0,14	1,27	0,11	2,24	0,19
T ₅ ⁽⁶⁾	0,23	0,02	0,65	0,06	1,36	0,14	1,74	0,17	1,05	0,11	2,25	0,23
T ₆ ⁽⁷⁾	0,22	0,03	0,65	0,09	1,61	0,23	1,53	0,22	1,05	0,15	1,92	0,27

⁽¹⁾ Outros: média dos grupos faunísticos com menor abundância. ⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Tabela 7 – Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na terceira amostragem por tratamento aplicado.

Tratamentos	Grupos Faunísticos											
	Hymenoptera		Coleoptera		Araneae		Larva de Lepidoptera		Ninfa de Orthoptera		Outros ⁽¹⁾	
3ª Amostragem (23/07/2013)												
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	0,11	0,02	0,95	0,14	1,37	0,20	2,27	0,32	1,25	0,18	2,42	0,35
T ₂ ⁽³⁾	0,21	0,04	0,69	0,12	1,25	0,21	2,33	0,39	0,95	0,16	2,03	0,34
T ₃ ⁽⁴⁾	0,30	0,04	0,77	0,11	1,23	0,18	1,74	0,25	0,69	0,10	1,83	0,26
T ₄ ⁽⁵⁾	0,37	0,06	0,58	0,10	1,20	0,20	1,42	0,24	0,74	0,12	1,60	0,27
T ₅ ⁽⁶⁾	0,26	0,03	0,71	0,08	1,48	0,16	2,02	0,22	0,74	0,08	2,13	0,24
T ₆ ⁽⁷⁾	0,22	0,02	0,77	0,07	1,16	0,11	1,83	0,17	1,05	0,10	2,14	0,19

⁽¹⁾ Outros: média dos grupos faunísticos com menor abundância. ⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Tabela 8 – Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na quarta amostragem por tratamento aplicado.

Tratamentos	Grupos Faunísticos											
	Hymenoptera		Coleoptera		Araneae		Larva de Lepidoptera		Ninfa de Orthoptera		Outros ⁽¹⁾	
4ª Amostragem (16/08/2013)												
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	0,15	0,03	0,79	0,16	1,30	0,26	0,00	0,00	1,13	0,23	0,00	0,00
T ₂ ⁽³⁾	0,15	0,02	1,01	0,14	1,44	0,21	1,25	0,18	1,16	0,17	1,94	0,28
T ₃ ⁽⁴⁾	0,19	0,02	0,75	0,09	1,23	0,15	1,91	0,24	1,03	0,13	2,41	0,30
T ₄ ⁽⁵⁾	0,14	0,02	0,91	0,11	1,38	0,17	2,38	0,30	1,08	0,14	2,18	0,27
T ₅ ⁽⁶⁾	0,20	0,03	0,71	0,12	1,42	0,24	1,73	0,29	0,93	0,16	2,42	0,40
T ₆ ⁽⁷⁾	0,18	0,03	0,93	0,13	1,05	0,15	1,58	0,23	1,13	0,16	1,77	0,31

⁽¹⁾ Outros: média dos grupos faunísticos com menor abundância. ⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Tabela 9 – Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica na quinta amostragem por tratamento aplicado.

Tratamentos	Grupos Faunísticos											
	Hymenoptera		Coleoptera		Araneae		Larva de Lepidoptera		Ninfa de Orthoptera		Outros ⁽¹⁾	
	5ª Amostragem (09/09/2013)											
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	0,33	0,04	0,47	0,06	1,61	0,20	1,52	0,19	0,92	0,12	2,36	0,30
T ₂ ⁽³⁾	0,29	0,04	0,53	0,08	1,26	0,18	1,72	0,25	0,94	0,13	2,62	0,37
T ₃ ⁽⁴⁾	0,34	0,05	0,43	0,06	1,44	0,21	2,32	0,33	0,94	0,13	2,12	0,30
T ₄ ⁽⁵⁾	0,24	0,03	0,65	0,07	1,53	0,17	2,27	0,25	0,80	0,09	2,57	0,29
T ₅ ⁽⁶⁾	0,29	0,04	0,58	0,08	1,20	0,17	1,46	0,21	0,95	0,14	2,35	0,34
T ₆ ⁽⁷⁾	0,24	0,03	0,68	0,10	1,58	0,23	1,82	0,26	0,78	0,11	2,42	0,35

⁽¹⁾ Outros: média dos grupos faunísticos com menor abundância. ⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Tabela 10 – Média dos valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos principais grupos faunísticos da macrofauna edáfica nas cinco amostragens por tratamento aplicado.

Tratamentos		Grupos Faunísticos										
Hymenoptera		Coleoptera		Araneae		Larva de Lepidoptera		Ninfa de Orthoptera		Outros ⁽¹⁾		
Média das Amostragens												
	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	0,18	0,03	0,82	0,11	1,45	0,20	1,52	0,19	1,39	0,19	1,89	0,23
T ₂ ⁽³⁾	0,18	0,03	0,87	0,11	1,41	0,18	1,70	0,23	1,35	0,17	2,25	0,30
T ₃ ⁽⁴⁾	0,22	0,03	0,80	0,11	1,34	0,18	1,84	0,25	1,13	0,15	2,10	0,28
T ₄ ⁽⁵⁾	0,21	0,03	0,77	0,09	1,38	0,16	1,87	0,22	1,12	0,13	2,19	0,25
T ₅ ⁽⁶⁾	0,21	0,03	0,84	0,10	1,37	0,17	1,69	0,21	1,11	0,13	2,34	0,29
T ₆ ⁽⁷⁾	0,18	0,02	0,89	0,11	1,35	0,18	1,70	0,22	1,14	0,15	2,19	0,29

⁽¹⁾ Outros: média dos grupos faunísticos com menor abundância. ⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

Tabela 11 – Valores dos índices de diversidade de Shannon (H) e uniformidade de Pielou (e) dos tratamentos aplicados nas cinco amostragens.

Tratamentos	Amostragens											
	1ª Amostragem (05/06/2013)		2ª Amostragem (29/06/2013)		3ª Amostragem (23/07/2013)		4ª Amostragem (16/08/2013)		5ª Amostragem (09/09/2013)		Média das Amostragens	
	H	e	H	e	H	e	H	E	H	e	H	e
T ₁ ⁽²⁾	1,53	0,17	1,35	0,15	1,40	0,20	0,56	0,11	1,20	0,15	1,21	0,16
T ₂ ⁽³⁾	1,52	0,15	1,32	0,15	1,24	0,21	1,16	0,17	1,23	0,18	1,29	0,17
T ₃ ⁽⁴⁾	1,31	0,19	1,26	0,16	1,09	0,16	1,25	0,16	1,27	0,18	1,24	0,17
T ₄ ⁽⁵⁾	1,39	0,14	1,23	0,10	0,99	0,17	1,35	0,17	1,34	0,15	1,26	0,15
T ₅ ⁽⁶⁾	1,49	0,14	1,21	0,12	1,22	0,14	1,24	0,21	1,14	0,16	1,26	0,15
T ₆ ⁽⁷⁾	1,50	0,19	1,16	0,17	1,20	0,11	1,11	0,17	1,25	0,18	1,24	0,16

⁽²⁾ T₁: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽³⁾ T₂: Esterco caprino como fonte orgânica no cultivar BRS Seda. ⁽⁴⁾ T₃: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁵⁾ T₄: Adubação mineral com NPK no cultivar BRS Seda. ⁽⁶⁾ T₅: Sem adubação no cultivar BRS 196 (CNPA G4). ⁽⁷⁾ T₆: Sem adubação no cultivar BRS Seda.

De acordo com as tabelas 5, 6, 7, 8, 9 e 10 o grupo faunístico Hymenoptera apresentou os menores índices de diversidade de Shannon em relação aos outros grupos independentemente do tratamento aplicado e da amostragem realizada, mostrando que esse grupo é o mais dominante e menos uniforme já que o índice de Pielou é diretamente proporcional ao índice de Shannon. Segundo Begon et al. (1996) isso reflete uma maior população de indivíduos de um determinado grupo ou grupos em detrimento de outros, promovendo com isso redução na diversidade de Shannon.

Observa-se ainda nas tabelas 5, 6, 7, 8, 9 e 10 um aumento dos índices de diversidade de Shannon e respectivamente dos índices de uniformidade de Pielou do grupo Hymenoptera da primeira para as demais amostragens, isso muito em virtude da maior abundância desse grupo nessa amostragem e consequente declínio, visto que a diversidade de Shannon é inversamente proporcional a abundância. Um comportamento contrário ocorreu com Coleoptera o segundo grupo mais representativo onde os índices de Shannon apresentaram uma redução acompanhando o aumento da sua população.

Na tabela 11 constata-se que as diferenças entre os índices de diversidade e uniformidade ocorridas entre os tratamentos aplicados foram pequenas e inconstantes.

5. CONCLUSÕES

- Nas amostragens e nos tratamentos estudados, o grupo Hymenoptera foi o que apresentou a maior abundância de indivíduos e menores diversidade e uniformidade;
- Os organismos da macrofauna edáfica coletados na área experimental obedeceram a seguinte ordem: Hymenoptera > Coleoptera > Ninfa de Orthoptera > Araneae > Larva de Lepidoptera;
- À medida que as plantas de gergelim cresceram ocorreu diminuição no número de organismos do grupo Hymenoptera;
- Face o número elevado de organismos da macrofauna edáfica na área experimental, é recomendável o cultivo de uma outra planta para a proteção da cultura principal (gergelim).

REFERÊNCIAS

ABREU, C.A. de; LOPES, A.S.; SANTOS, G.C.G.dos; Microntrientes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (eds.). **Fertilidade do Solo**. SBCS, Viçosa, 2007. Cap. XI, p. 645 – 736. Adubação: cultivar e controle de plantas daninhas na cultura do gergelim.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarAnosChuv> as Anuais. Acessado em: 08 mar. 2013.

ALI, M. A.; ABBAS, G.; MOHY-UD-DIN, Q.; ULLAH, K.; ABBAS, G.; ASLAM, M. Response of mungbean (*Vignaradiata*) to phosphatic fertilizer under arid climate. **The J. Anim. Plant. Sci.**, v. 20, n.2, p.83-86, 2010.

ALMEIDA, J.P.N. de; BARROS, G. L.; SILVA, G.B.P. da; PROCÓPIO, I.J.S.; MENDONÇA, V. Substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo em bandeja. **Revista Verde**, v.6, n.1, p.188–195,2011.

ALMEIDA, J.P.N. de; DANTAS, L.L. de G.R.; PEREIRA, E.C.; TOSTA, M. da S.; MEDEIROS, P.V.Q. de. Composição de substratos alternativos com capítulos de girassol na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Verde**, v.6, n.1, p.174 – 178, 2011.

ALVES, M. V.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.5, n.1, p.34, 2006.

ALVES, A. U.; PINHEIRO, R. **Esterco caprino recupera e ativa solo**. Disponível em: <<http://www.esteditora.com.br/correio/4819/4819.htm>>. Acessado em: 02 out. 2012.

ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Revista Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, 2006.

ARAÚJO, W.B.M. de; ALENCAR, R. D.; MENDONÇA, V.; MEDEIROS, E.V. de; ANDRADE, R. de C.; ARAÚJO, R.R. de. Esterco caprino na composição de substrato para formação de mudas de mamoeiro. **Revista de Ciências Agrotécnicas**. v. 34, n. 1, p. 68-73, 2010.

ARAÚJO, K. D. **Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri - PB**. 2010.151f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

ARRIEL, N. H. C.; ARAÚJO, A. E. de; SOARES, J. J.; BELTRÃO, N. E. de M.; FIRMINO, P. de T. **Cultura do Gergelim**. EMBRAPA: Sistema de produção, 6 (Versão eletrônica), Campina Grande, 2006.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, A. L. et al. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 2, p. 97-106, 2003.

BARETTA, D.; BROWN, G.G.; JAMES, S.W. & CARDOSO, E.J.B.N. Earthworm populations sampled using collection methods in Atlantic Forests with *Araucaria angustifolia*. **Sci. Agric.**, v.64, p. 384-392, 2007.

BARROS, G.L.; SILVA, G.B.P. da; ALMEIDA, J.P.N. de; SILVA, A.R.F. da; MEDEIROS, P.V.Q. de. Influência de diferentes tipos de substratos na germinação e desenvolvimento inicial de melão pepino (*Cucumis melo* Var. *cantalupensis* Naud.). **Revista Verde**, v.6, n.1, p. 235 – 239, 2011.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, Cap.2, p.9-26. 1999.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities**. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068p.

BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S. do; MARQUES, L. F. **Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 5, n. 5, p. 67-73, 2010.

BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação das culturas**. Porto Alegre, RS: Gênese, 2008. 344p.

BROWN, G. G.; BENITO, N. P. PASINI, A.; SAUTER, K. D.; GUIMARÃES, M. F.; TORRES, E. Notillage greatly increases earthworm populations in Paraná State, Brazil. **Pedobiologia**, v. 47, p.764-771, 2003.

CAVALCANTI, F. J. de A.(Coord.). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 3. ed. Revisada. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, 2008. 212p.

CLIMATEMPO. **O céu fala, a gente entende**. Disponível em: <http://www.climatempo.com.br/>. Acessado em: 28 mar. 2013.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. **Importância da fauna para a ciclagem de nutrientes**. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Ed.). Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para a agricultura sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 18-29.

CORREIA, M.E.F. & PINHEIRO, L.B.A. **Monitoramento da fauna do solo sob diferentes coberturas vegetais em um sistema integrado de produção agroecológica**. Seropédica (RJ). Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 1999. 15p. (Circular Técnica, 3)

CORREIA, K. G.; ARAUJO, K. D.; AZEVEDO, L. G.; BARBOSA, E. A.; SOUTO, J. S.; SANTOS, T. S. Macrofauna edáfica em três diferentes ambientes na região do Agreste Paraibano, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 206-213, 2009.

EBDA. Dados agrícolas. Disponível em: <<http://www.ebda.ba.gov.br/>>. Acesso em: 13 set. 2012.

EMBRAPA – CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1997. 170p.

EMBRAPA – CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306p.

EMBRAPA – CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2013. 353p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. 2 ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://www.faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>. Acesso em: 02 abr. 2013.

FERNANDES, R. A.; SOUTO, P. C.; ALMEIDA, P. G.; SOUTO, L. S.; QUEIROGA, V.P. Impactos do uso das queimadas nos solos do semiárido da Paraíba. CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 6, PIBIC/CNPq/UFCG, 2009, CAMPINA GRANDE. **Anais...** CAMPINA GRANDE:UFCG, 2009.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Produção de tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 468 - 473, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: [s.n.], 2000. 402 p.

GIRACCA, E. M. N. et al. Levantamento da Meso e Macrofauna do Solo na Microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 9, n. 3, 2003. p. 257-261.

GONDIM, S. C. **Insumos Orgânicos e Qualidade da Água no Maracujazeiro Amarelo e na Fauna Edáfica**. 2010. 199f. Tese (Doutorado em Processos Ambientais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

HENDRIX, P.F.; CROSSLEY JR., D.A.; BLAIR, J.M. & COLEMAN, D.C. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. In: EDWARDS, C.A.; LAL, R.; MADDEN, P.; MILLER, R.H. & HOUSE, G. Sustainable agricultural systems. Ankey, **Soil and Water Conservation Society**, 1990. p.637-654.

LAVELLE, P.; BINELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; IENSON, P.; HEAL, O. W.; DHILLION, S. Soil function in changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **Eur. J. Soil Biol.**, v. 33, n. 4, p. 159-193, 1994.

LAVELLE, P.; DECAËNS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.; MARGERIE, P.; MORA, P.; ROSSI, J. P. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Biology**, v. 42, p. S3-S15, 2006.

LEJON, D. P. H.; CHAUSSOD, R.; RANGER, J. & RANJARD, L. Microbial community structure and density under different tree species in an acid forest (Morvan, France). **Microbiol. Ecol.**, v.50, p. 614-625, 2005.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; SOFIATTI, G. B. F.; SAMPAIO, L. R.; BELTRÃO, N. E. M. de. Casca de mamona associada a quatro fontes de matéria orgânica para a produção de mudas de pinhão-manso. **Revista Ceres**, v. 58, p. 232-237, 2011.

MACNEISH, R. S. The origin of new world civilization. **Science American**, v. 211, p. 29-37, 1964.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa Nº 25, de 23 de Julho de 2009. Brasília-DF. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis>. Acessado em: 01 out. 2012.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MONTENEGRO, F. T.; SOUZA, G. A.V. da S.; OLIVEIRA, S. J. C. Levantamento da Macrofauna Edáfica na Cultura da Mamoeira (*Ricinus communis* L.) no Município de Lagoa Seca-PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia. **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1002-1007.

MOURA, W. M.; LIMA, P.C.; CASALI, V.W.D.; PEREIRA, P.R.G.; CRUZ, C.D. Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p.174 –180, 2001.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1993. 434p.

ORTIZ-CEBALLOS, A.; FRAGOSO, C.; BROWN, G. G. Synergistic effect of a tropical earthworm *Balanteodrilus pearsei* and velvetbean *Mucuna pruriens* var. *utilis* on maize growth and crop production. **Applied Soil Ecology**, v. 35, p. 356-362, 2007.

PAOLETTI, M. G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 1-18, 1999.

PASINI, A.; BENITO, N. P. Macrofauna do Solo em Agroecossistemas. In: FERTBIO, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004.CD-ROM.

PERDIGÃO, P. C. N.; COSTA, R. N. T.; MEDEIROS, A. T.; SILVA, L. A.; SANTOS, M. D. S. Efeitos de níveis de água e adubação potássica no desenvolvimento do cajueiro anão-precoce, BRS - 189. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, p.90-94, 2010.

PERIN, A.; CRUVINEL, D. J.; SILVA, J. W. Desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 93-98, 2010.

PINTO, C. de M.; TÁVORA, F. J. F. A.; BEZERRA, M. A.; CORRÊ, M. C. de M. Crescimento, distribuição do sistema radicular em amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica. **Rev. Ciênc. Agron.**, v.39, p.429-439, 2008.

PIRES, J. F.; JUNQUEIRA, A. M. R. Impacto da adubação orgânica na produtividade e qualidade das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.19, n. 2, p.195. 2001.

QUEIROGA, V. de P.; ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, O. R. R. da; GONDIM, T. M. de S.; FIRMINO, P. de T.; CARTAXO, W. V.; SILVA, A. C.; VALE, D. G.; NÓBREGA, D. A. **Cultivo Ecológico do Gergelim**: alternativa de produção para comunidades de produtores familiares da região semiárida do Nordeste. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 54p. (Documentos 171).

RAIJ, B.V. **Fertilidade do Solo e Adubação**. Piracicaba: Ceres-Potafós. 1991. 343p.

RODRIGUES, H. C. A.; CARVALHO, S. P.; SOUZA, H. A.; CARVALHO, A. A. Cultivares de mamoneira e adubação nitrogenada na formação de mudas. **Revista Maringá**, v. 32, n. 3 p. 471-476, 2010.

SANTOS, R. F. dos. **Sistema de manejo do solo**: efeitos sobre o crescimento e rendimento do algodoeiro herbáceo em condição de sequeiro. 1998. 62 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciência Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. de O.; CERETTA, C. A. **Composição da fase sólida orgânica do solo**. In: MEURER, E. J. (ed.). Fundamentos de química do solo. 3 ed. (ver. e amp.), Porto Alegre, Cap. 3, p. 63-90, 2008.

SCIVITTARO, W. B.; PILLON, C. N. **Calagem e adubação para acultura da mamona no Sul do Brasil**. Comunicado técnico 150. EMBRAPA, Pelotas, RS. 2006. 8p.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; SANTOS D. R.; BAKKE, O. A.; MIRANDA, J. R. P.; SOUTO, L. S. Influência da aplicação de diferentes esterco na população de fungos, bactérias e nematoides em solo degradado no semiárido paraibano. In: V SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: ÁGUA E BIODIVERSIDADE. **Anais...** Belo Horizonte/MG, 2002. p. 261-263.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciência Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Berkeley: University of California Press, 1979. p. 66-117.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.

TOLEDO, L. O. **Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no Município de Pinheiral, RJ**. 2003. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

WEISS, E. A. Sesame. In: WEISS, E. A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. p. 282-234.

WEINÄRTNER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S. e MEDEIROS, C. A. B. **Práticas Agroecológicas: Adubação orgânica**. 20f, Pelotas, 2006.

WILLIAMS, L. E.; MILLER, A. J. Transposers responsible for the uptake and partitioning of nitrogen solutes. **Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.**, v.52, p.659-688, 2001.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, p. 60-71, 2005.